

2014 KEEI-KPMG
에너지리더 과정



청정에너지 산업의 발전과 기업 현황

2014. 9. 5

소진영, Ph.D.
신재생에너지연구실장
에너지경제연구원

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

발표 순서



1

신재생에너지 개요

2

신재생에너지의 경제성은?

3

세계 신재생에너지 동향

4

우리나라 신재생에너지 보급 및 기업 현황

5

제4차 신재생에너지 기본계획





1

신재생에너지 개요



1. 신재생에너지란?



- IEA 정의 : Renewable energy(재생에너지)

- “Energy derived from natural processes (e.g. sunlight and wind) that are replenished at a faster rate than they are consumed.”
- 소비되는 것 보다 더 빠른 속도로 재 보충되는, 자연적 과정(예 : 햇빛 및 바람)에서 얻어지는 에너지

1. 신재생에너지란? - 계속



< 재생에너지 분류 국제 기준(IEA) >

구분		범위	
재생에너지	수력 (Hydro)	전기에너지	
	지열 (Geothermal)	발전, 직접열이용	
	태양에너지 (Solar)	태양광(Photovoltaic)	
		태양열(Solar Thermal)	
	해양에너지 (Tide/Wave, Ocean)	전기에너지	
	풍력 (Wind)	전기에너지	
	재생가능 도시폐기물 (Municipal Waste, renewable)	도시폐기물 중 생분해성 부분	
	바이오연료 (Biofeuls) 및 재생가능 폐기물 (Renewable Waste)	목재 및 고체에너지	나무(Wood)
			폐목재(Wood Waste)
			기타 고체 폐기물
		숯(Charcoal)	
		매립지가스(Landfill Gas; LFG)	
		하수슬러지가스(Sewage Sludge Gas)	
		기타 바이오가스(Other Biogas)	
		바이오가솔린(Biogasoline)	
	액체바이오연료 (Liquid Biofuels)	바이오디젤(Biodiesels)	
		기타 액체바이오연료(Other Liquid Biofuels)	
비재생에너지	비재생 폐기물 (Non-Renewable Waste)	산업폐기물(Industrial Waste)	
		비재생도시폐기물(Municipal Waste, non-renewable)	

1. 신재생에너지란? - 계속



● 우리나라 정의 : 신에너지 및 재생에너지

- “신에너지”란 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학 반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지
 - 수소에너지
 - 연료전지
 - 석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유(重質殘渣油)를 가스화한 에너지
 - 그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지(대통령령)
- “재생에너지”란 햇빛·물·지열·강수·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지
 - 태양에너지
 - 풍력
 - 수력
 - 해양에너지
 - 지열에너지
 - 바이오에너지
 - 폐기물에너지
 - 그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지(대통령령)

1. 신재생에너지란? - 계속



● 우리나라 신재생에너지 분류 기준

- 신재생에너지의 정의에 따라 현재 공급하고 있는 총 8개의 에너지원에 대하여 세부 24개 분야로 나누어 조사를 실시

< 우리나라 신재생에너지 분류 기준 >

구분		범위
재생에너지	태양에너지	태양열, 태양광
	바이오에너지	바이오가스, 매립지가스, 바이오디젤, 우드칩, 성형탄, 임산연료, 목재펠릿, 폐목재, 흑액, 하수슬러지, 고형연료
	풍력	
	수력	
	폐기물에너지	폐가스, 산업폐기물, 생활폐기물, 대형도시쓰레기, 시멘트킬른보조연료, RDF/RPF/TDF, 정제연료유
	지열에너지	물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 변환시킨 에너지
	해양에너지	해양의 조수, 파도, 해류, 온도차 등을 변환시킨 에너지
신에너지	연료전지	

2. 신재생에너지 필요성



- (친환경성) 기후변화대응, 온실가스 감축 수단

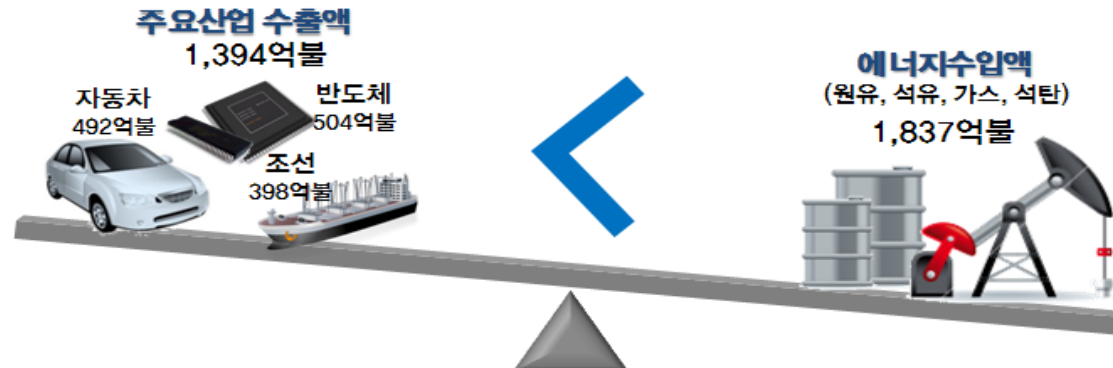
- CO2 감축 기여도 : 에너지효율 개선(39.6%) > **신재생에너지** 보급(23.4%) > CCS 보급(16.9%) 순(IEA ETP)



온실가스 배출 증가

- (에너지안보) 석유파동, 고유가 등 에너지위기 상시화

- **국내 자급**이 가능한 에너지원 개발은 절대 절명 과제



2. 신재생에너지 필요성-계속



- (신산업창출) 투자와 일자리를 만들어낼 수 있는 새로운 영역
 - 수출산업화를 통해 반도체, 자동차, 조선, 석유화학 등과 같이 차세대 성장 동력·Cash Cow와 필요
 - 신재생에너지 산업은 소재부품·제조·건설·발전산업 등과 연관, 생산유발효과와 부가가치창출, 일자리 창출 기위가 높음

< 2012년 주요 산업 시장규모(억불) >





2

신재생에너지의 경제성은?



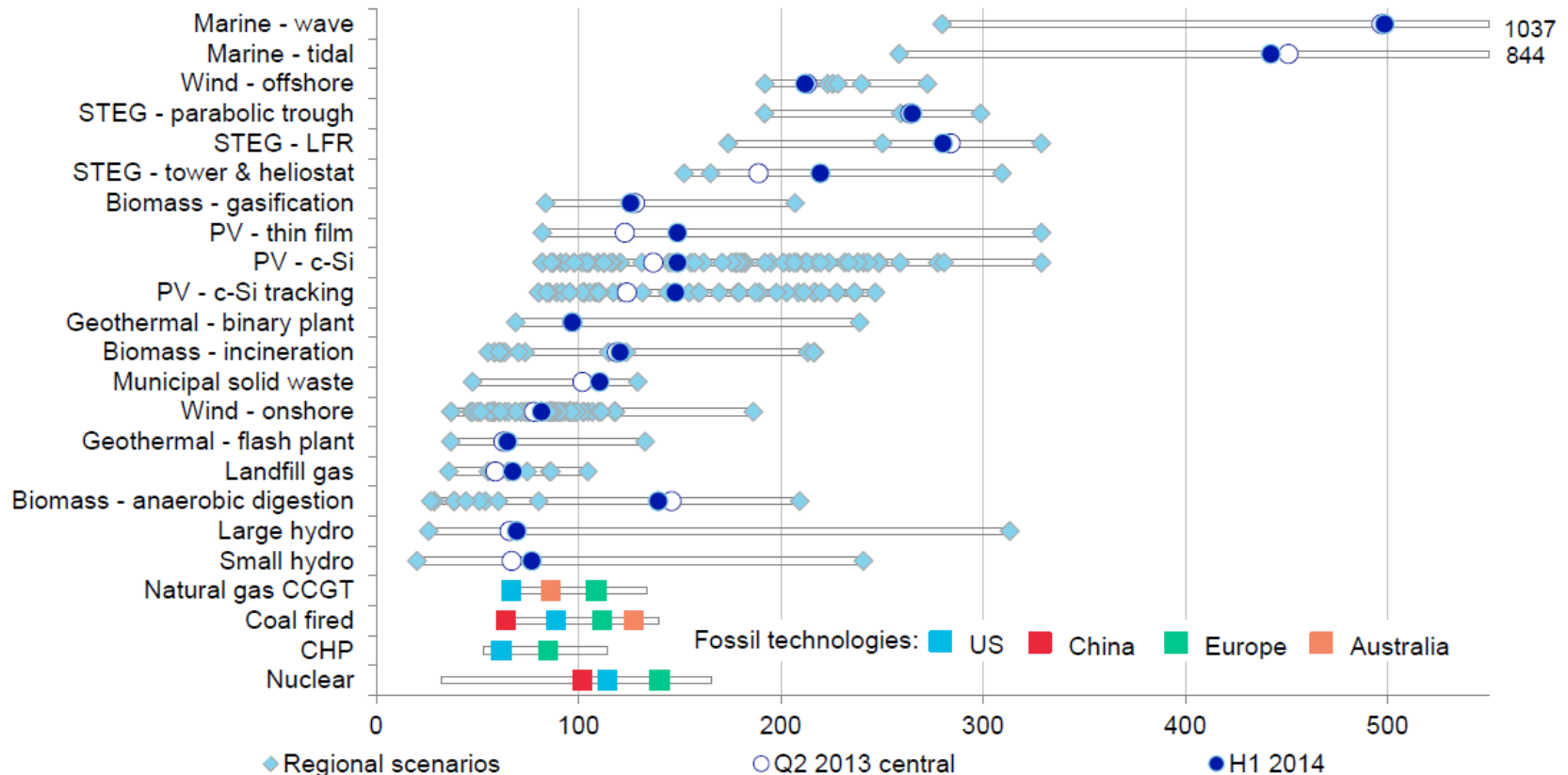
1. 세계 재생에너지원별 경제성



● 일부는 화석연료보다 발전단가가 다소 낮음(BNEF, 중간 시나리오 기준)

- $CHP \approx \text{지열} \approx \text{매립지가스} \approx \text{대수력} < \text{소수력} < \text{풍력} \approx \text{천연가스} < \text{석탄} < \text{폐기물에너지}$
 $< \text{바이오매스} < \text{원자력} < \text{바이오가스} < \text{태양광} < \text{해상풍력} < \text{CSP} < \text{해양}$

< 에너지원별 발전단가('14 상반기, \$/MWh) >



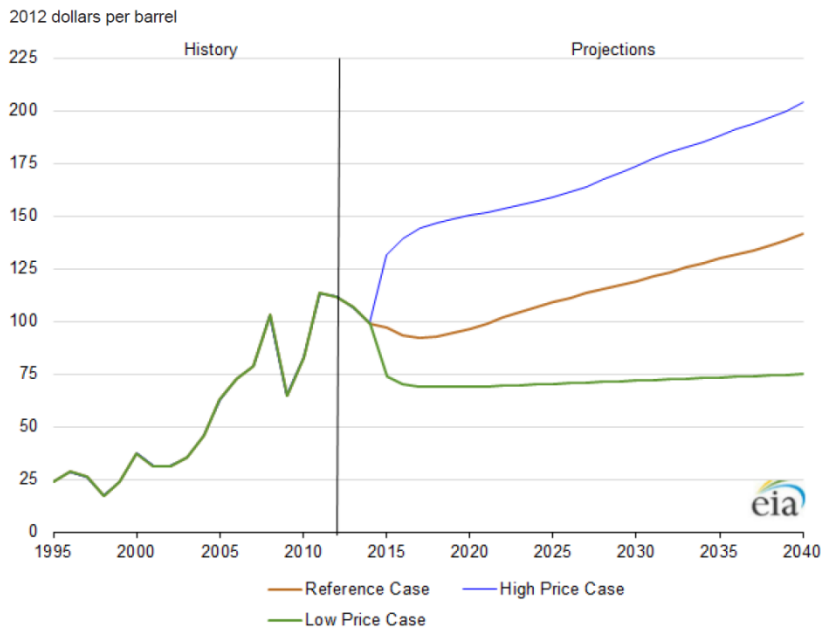
자료: BNEF(2014)

1. 세계 재생에너지원별 경제성 - 계속

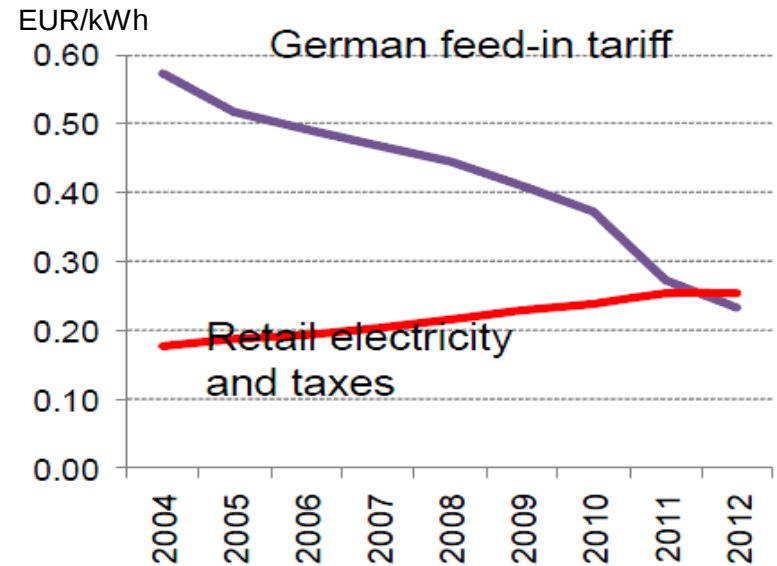


- 비전통 화석에너지원의 개발 등 요인으로 화석에너지 가격 전망은 불투명, 신재생에너지 단가는 지속적으로 하락

< 국제 유가 전망 >



< 독일의 태양광 발전 단가 >

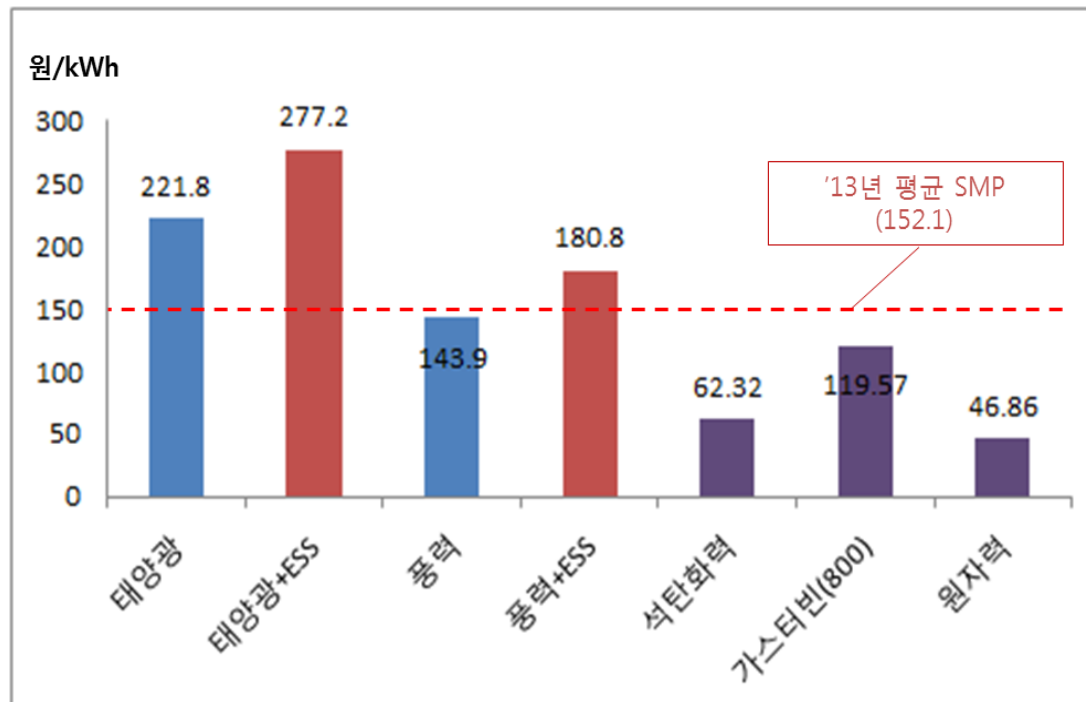


2. 우리나라 태양광·풍력 발전단가



- 태양광·풍력의 발전단가(LCOE)는 전통적 전원 보다 다소 높으나, 풍력은 2013년 평균 SMP보다 다소 낮음
 - 배터리 ESS(BESS)를 추가(설비용량의 10%)할 경우 아직 경제성이 미흡

< 우리나라 발전원별 발전단가 비교 >



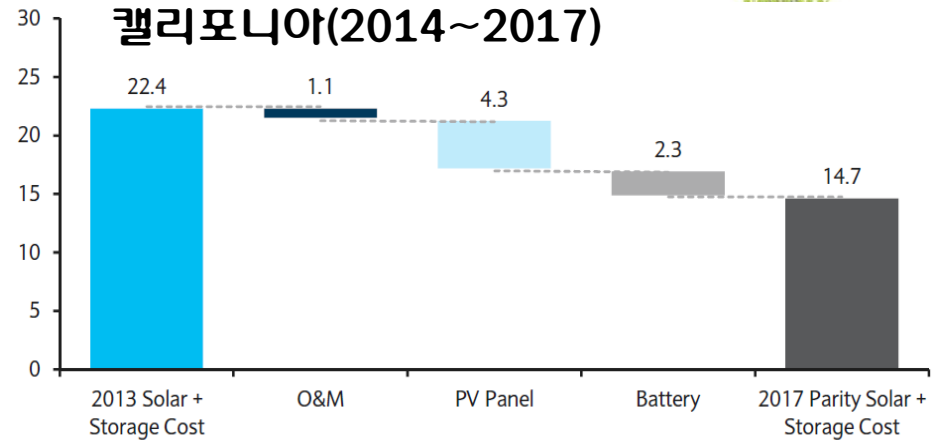
자료: 화석연료 및 원자력 발전원은 박용덕 외(2014) 자료 인용

3. 가정용 태양광+ESS 경제성은?



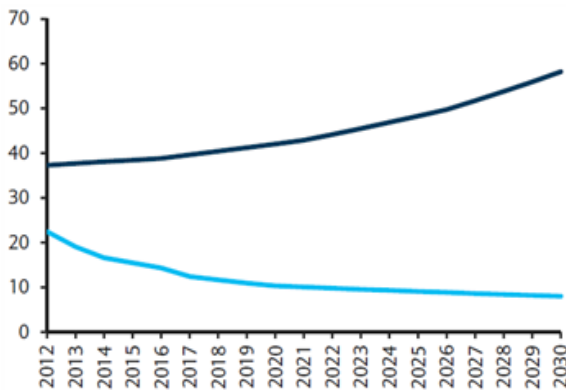
● 미국 가정용 태양광+ESS 시스템의 그리드패리티는 가까운 미래에...

- 10년 내 대부분의 주에서 그리드패리티 도달 예상(Barclays, 2014)
- 저렴한 테슬라 배터리 기준...

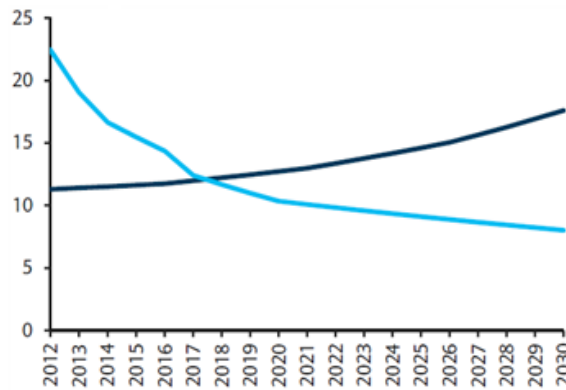


< 미국 주별 태양광+ESS 발전단가 및 소매요금 전망(센트/kWh) >

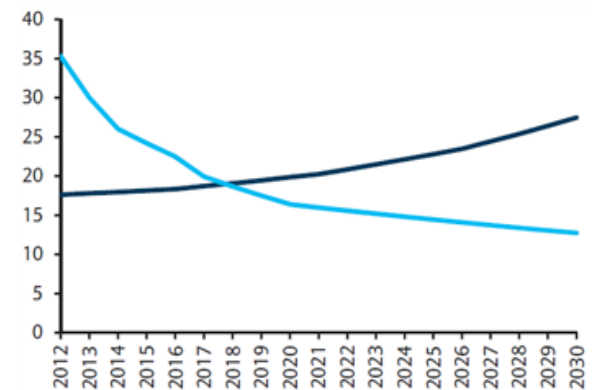
하와이



애리조나



뉴욕



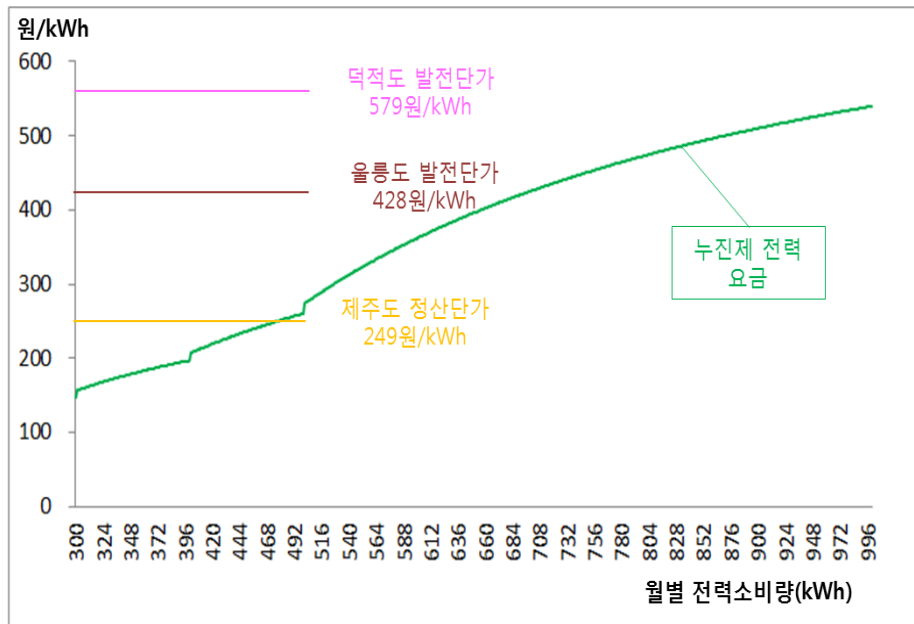
— Retail — Solar + Storage

3. 가정용 태양광+ESS 경제성은? - 계속



- Barclays의 분석 기법에 우리나라 자료를 적용하여 우리나라 가정용 태양광+ESS 시스템의 그리드패리티 분석
 - 2017년 태양광 설치단가 20% 하락, 배터리 30% 하락 가정

< 가정용 전력요금 및 주요 도매 발전단가 >



< 주요 전제 및 가정치 >

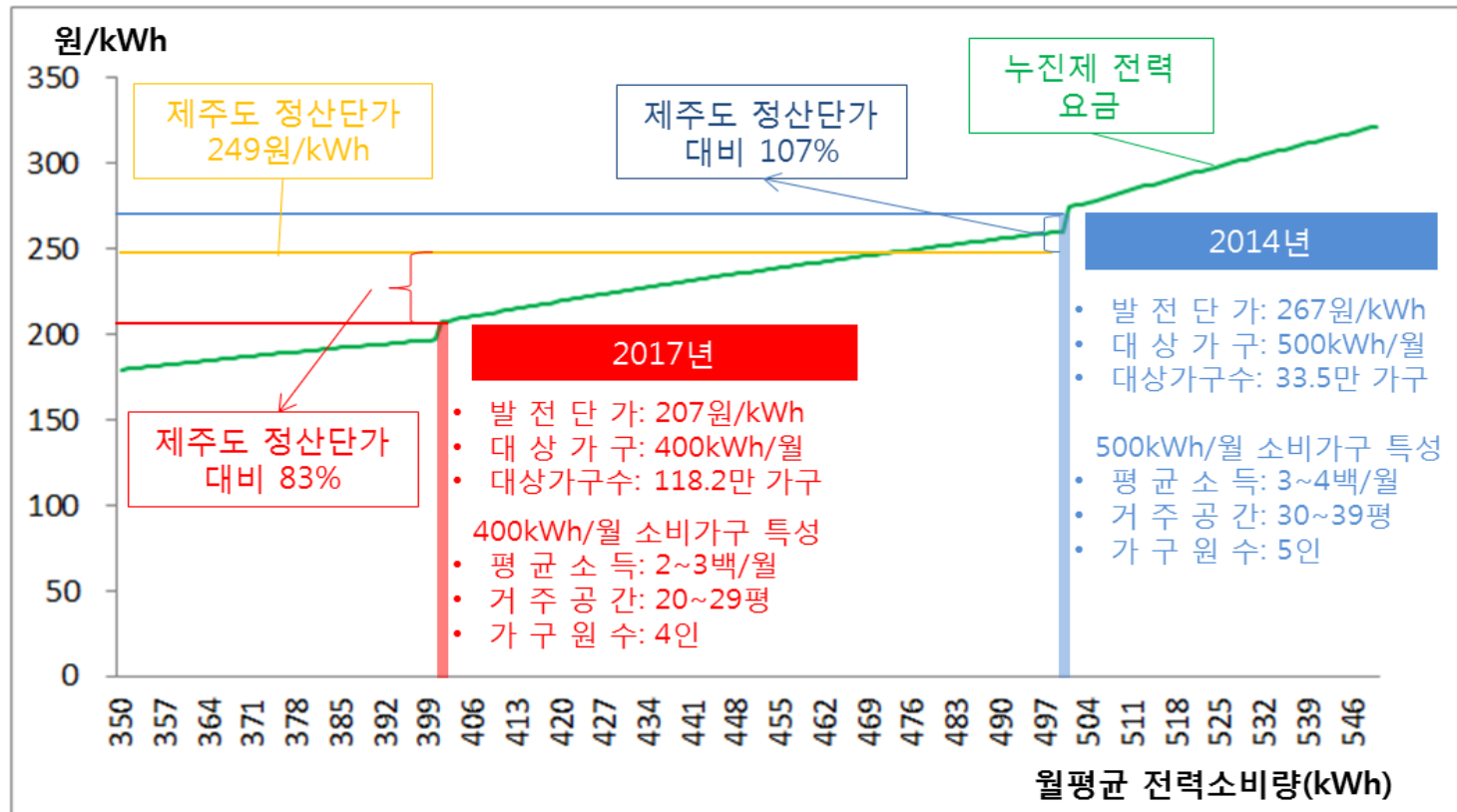
		가격(단가)	비고
태양광	설치비	3kW에 800만원	현 시장 가격 700만~800만원의 최고치
	DC-AC 전환율	0.77	NREL 전제치
	수명	22년	최고 기술의 경우 25년
	성능저하율	0.7%	
	일조시간	3.3시간	발전소급은 3.6시간 적용
운영/유지비		태양광 설치비 2%	발전소급은 2% 적용(인버터 교체 포함)
배터리	설치비	\$300/kWh	테슬라 기술 적용(\$200~\$300 중 최고치)
	수명	10년	
	배터리 규모 대비	일일 전력소비 대비 76.9%	Barclays 자료

3. 가정용 태양광+ESS 경제성은? - 계속



- ESS를 포함하여도 상당수의 가구가 그리드패리티 도달

< 우리나라 태양광+ESS 분석 >





3

세계 신재생에너지 동향



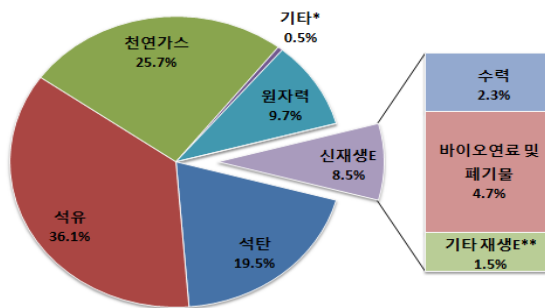
1. 세계 신재생에너지 현황



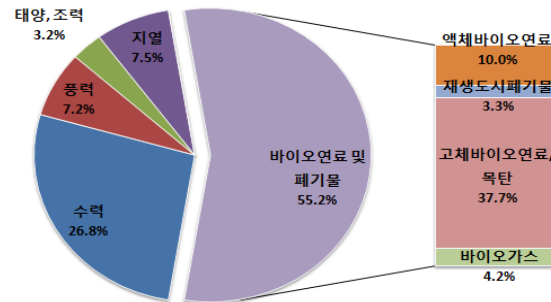
● (일차에너지) OECD국가 에너지공급 중 재생에너지는 8.6% 점유

- 바이오·폐기물 > 수력 > 풍력 순

< OECD국가 에너지원별 공급 비중('12) >

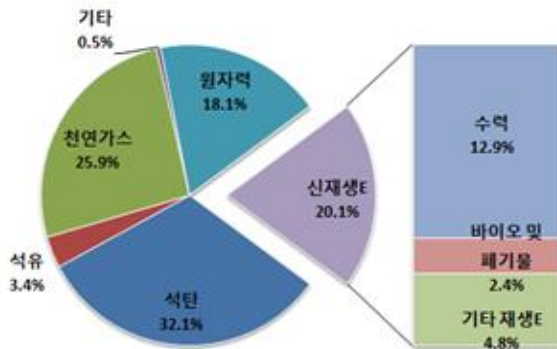


< OECD국가 재생에너지원별 비중('12) >

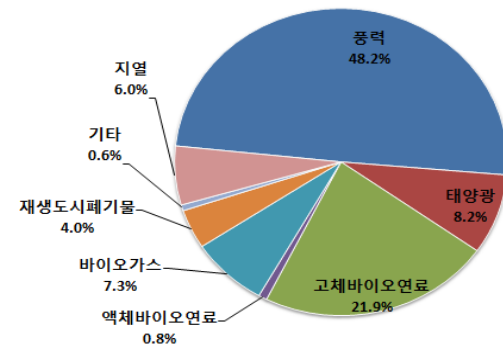


● (발전부문) OECD국가 전력공급 중 재생에너지는 20% 점유

< OECD국가 에너지원별 공급 비중('12) >



< OECD국가 재생에너지원별(수력 제외) 비중('12) >



1. 세계 신재생에너지 현황



< 세계 신재생에너지 주요 통계 >

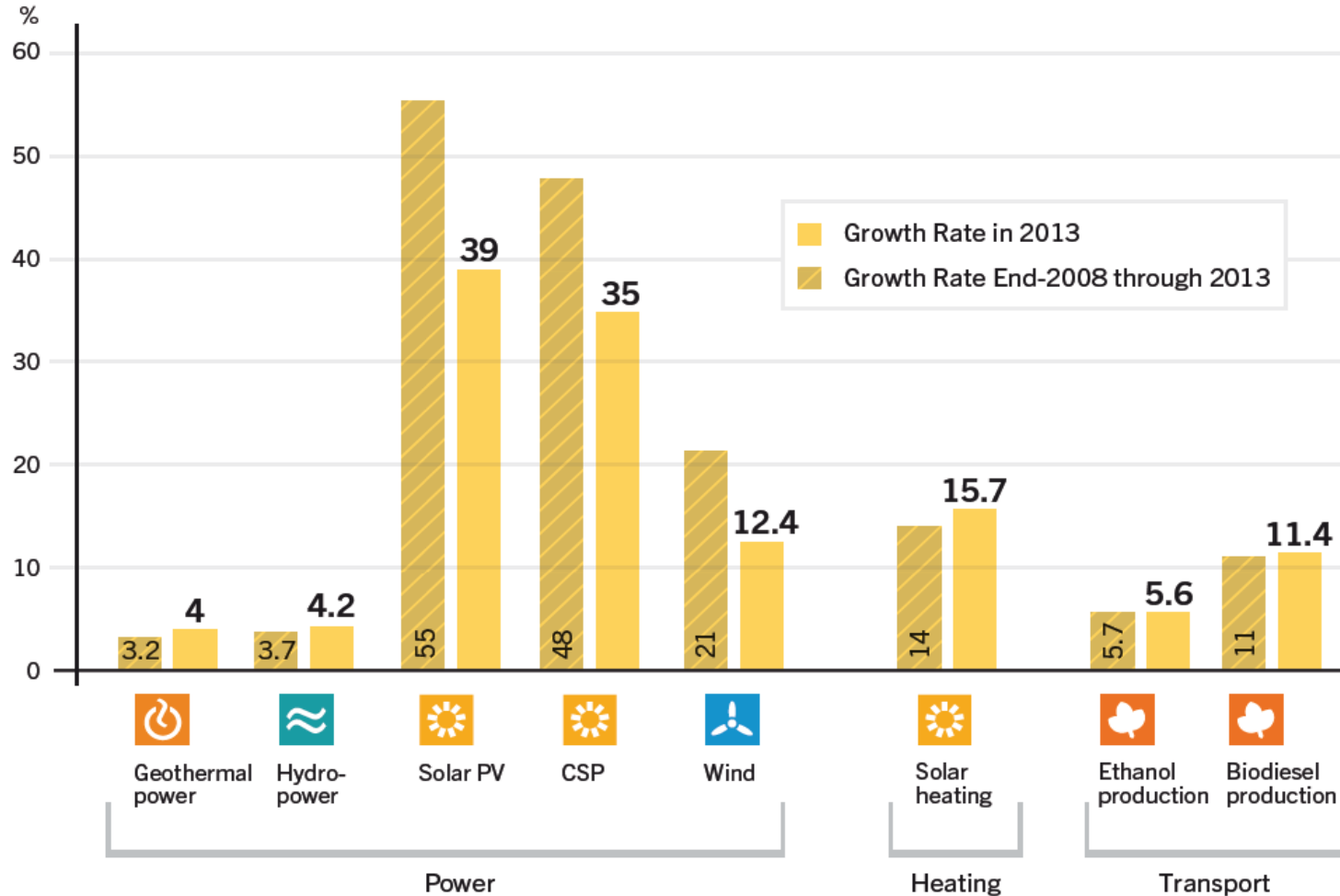
		START 2004 ¹	END 2012	END 2013
INVESTMENT				
New investment (annual) in renewable power and fuels ²	billion USD	39.5	249.5	214.4 (249.4)
POWER				
Renewable power capacity (total, not including hydro)	GW	85	480	560
Renewable power capacity (total, including hydro)	GW	800	1,440	1,560
⚡ Hydropower capacity (total) ³	GW	715	960	1,000
🌱 Bio-power capacity	GW	<36	83	88
🌱 Bio-power generation	TWh	227	350	405
🔥 Geothermal power capacity	GW	8.9	11.5	12
☀️ Solar PV capacity (total)	GW	2.6	100	139
☀️ Concentrating solar thermal power (total)	GW	0.4	2.5	3.4
💨 Wind power capacity (total)	GW	48	283	318
HEAT				
☀️ Solar hot water capacity (total) ⁴	GW _{th}	98	282	326
TRANSPORT				
🚗 Ethanol production (annual)	billion litres	28.5	82.6	87.2
🚗 Biodiesel production (annual)	billion litres	2.4	23.6	26.3

자료: REN21(2014), Renewables 2014 Global Status Report

1. 세계 신재생에너지 현황-계속



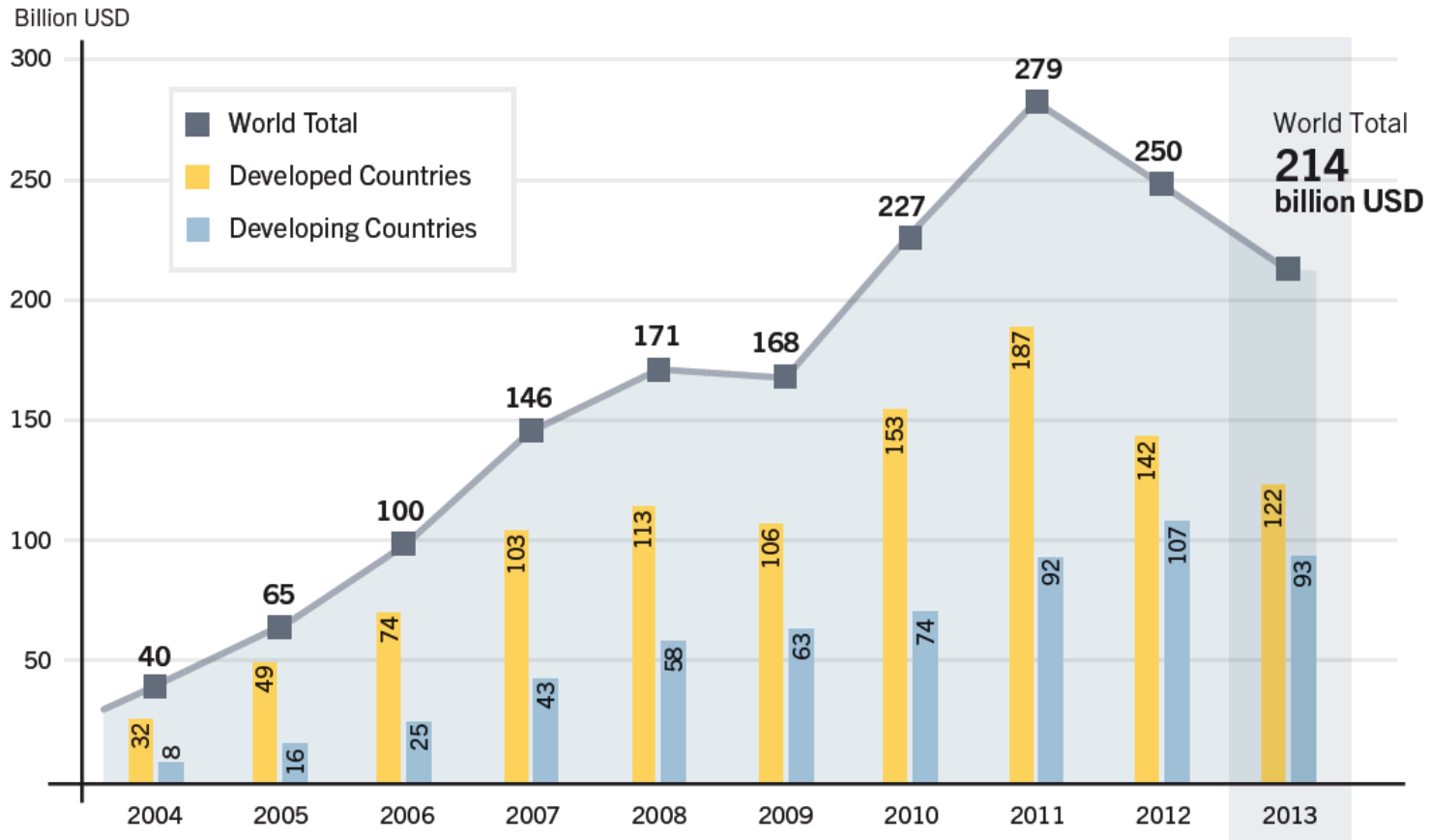
< 세계 신재생에너지 설비용량 연평균 성장률(2008~2013) >



1. 세계 신재생에너지 연왕-계속



< 세계 신재생에너지 투자 추세 >



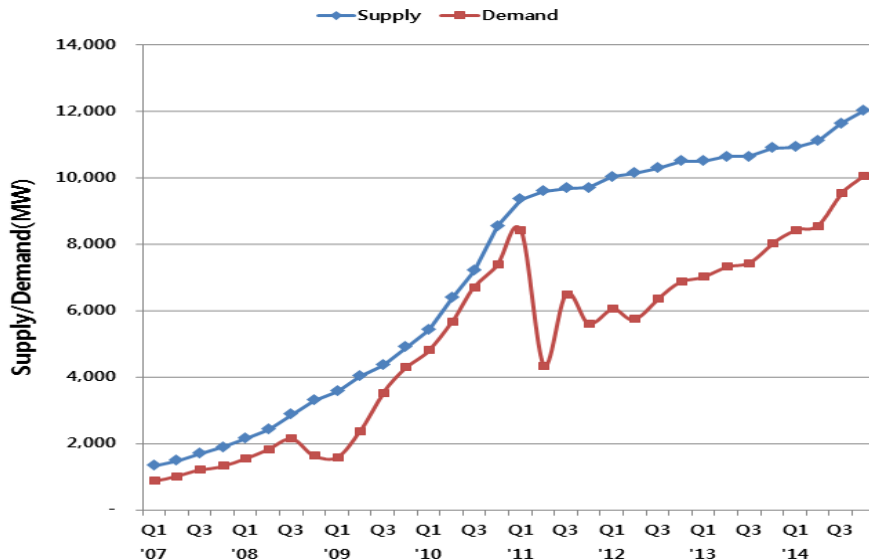
1. 세계 신재생에너지 현황-계속



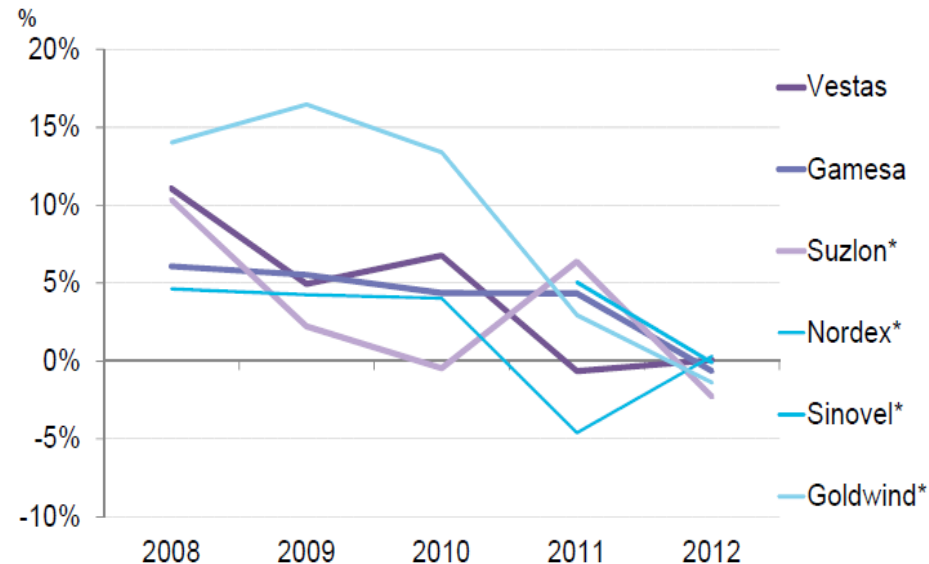
● Industry : Survival first, expansion later

- 유럽 재정위기로 인한 급격한 수요 감소
- 화석연료 가격 하락
- 태양광 및 풍력 설비의 공급 과잉 ⇒ **구조조정 중**

< 태양광 시장 수급 분석('07~'14) >



< 터빈 제조업체들의 연간 영업이익률 >

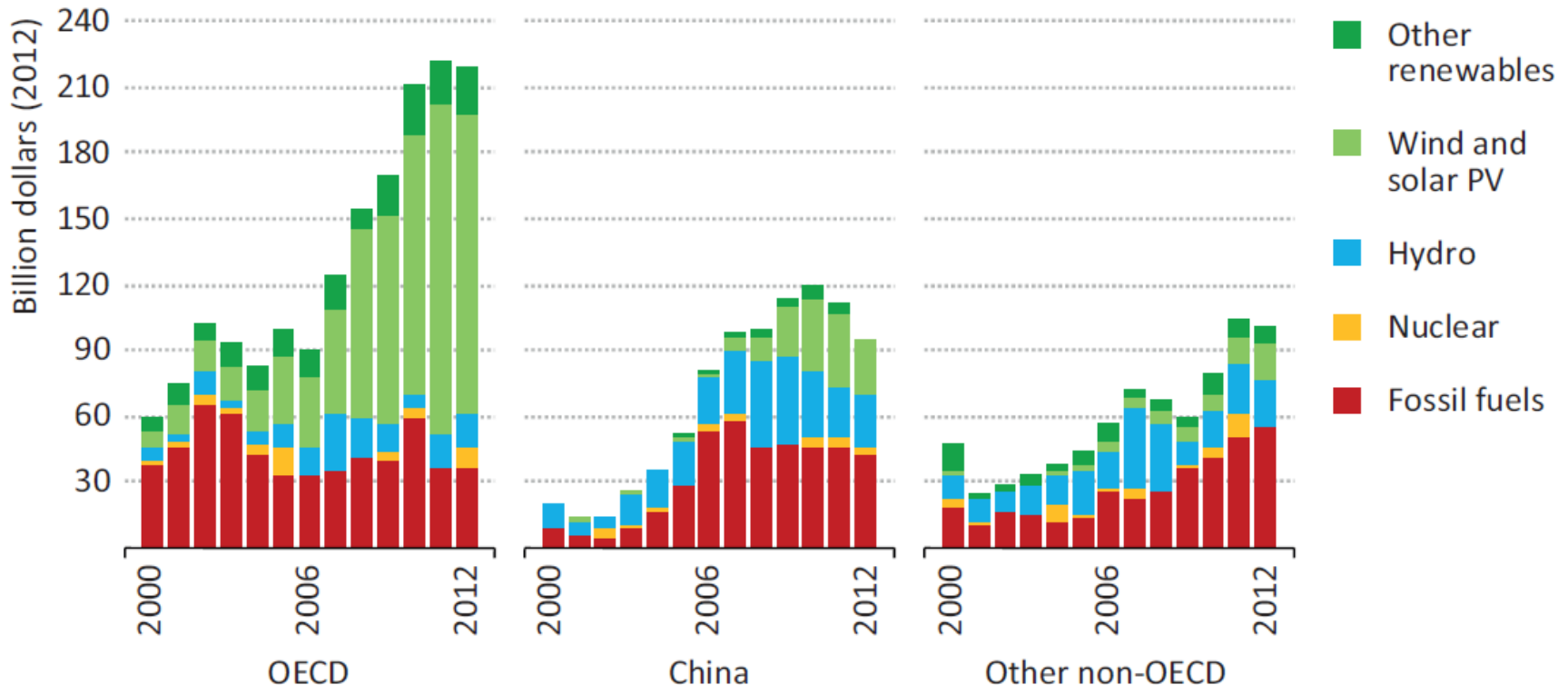


1. 세계 신재생에너지 현황 - 계속



- OECD 및 중국에서 발전 부문 투자액의 50% 이상이 신재생에너지
 - 특히, OECD 국가의 태양광, 풍력 투자는 주목할 만 함

< OECD 및 Non-OECD 지역 발전원별 투자 추세 >

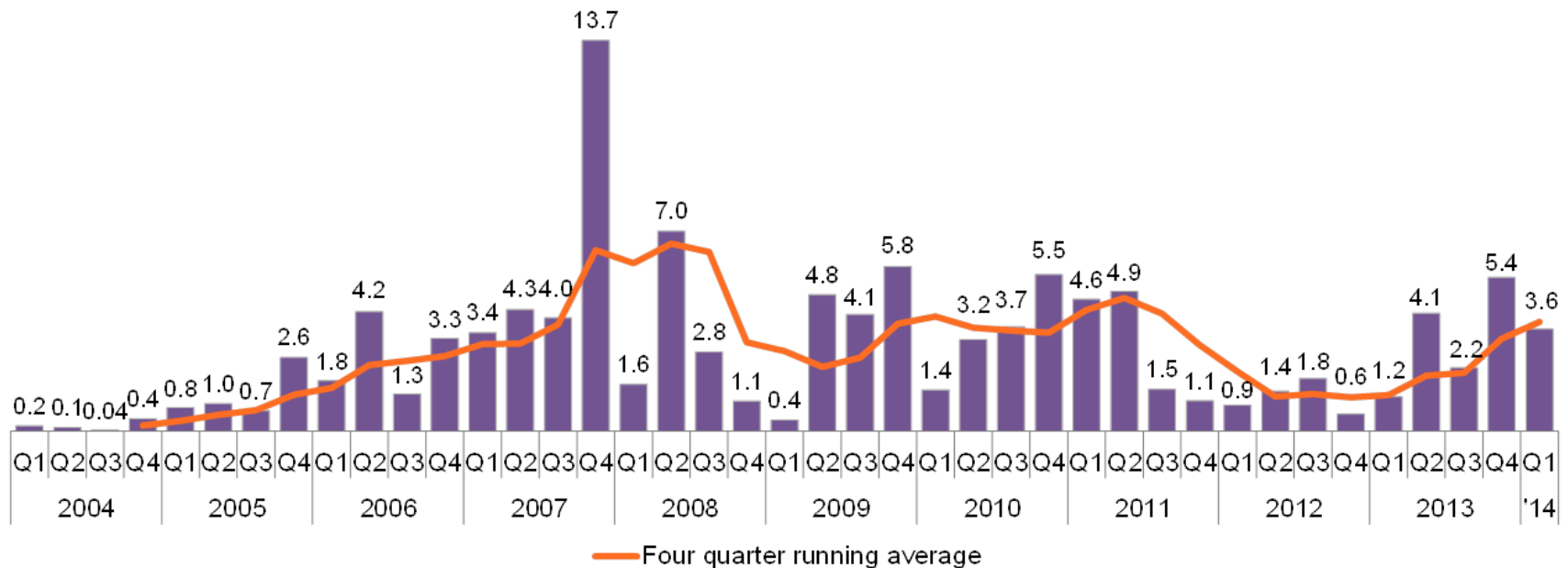


2. 세계 신재생에너지 투자 외복 추세



- 미국 청정에너지 공모 시장(public market)은 2013년 2사분기부터 외복세로 전환

< 청정에너지 공모 시장의 신규 투자 추이(\$Bil.) >

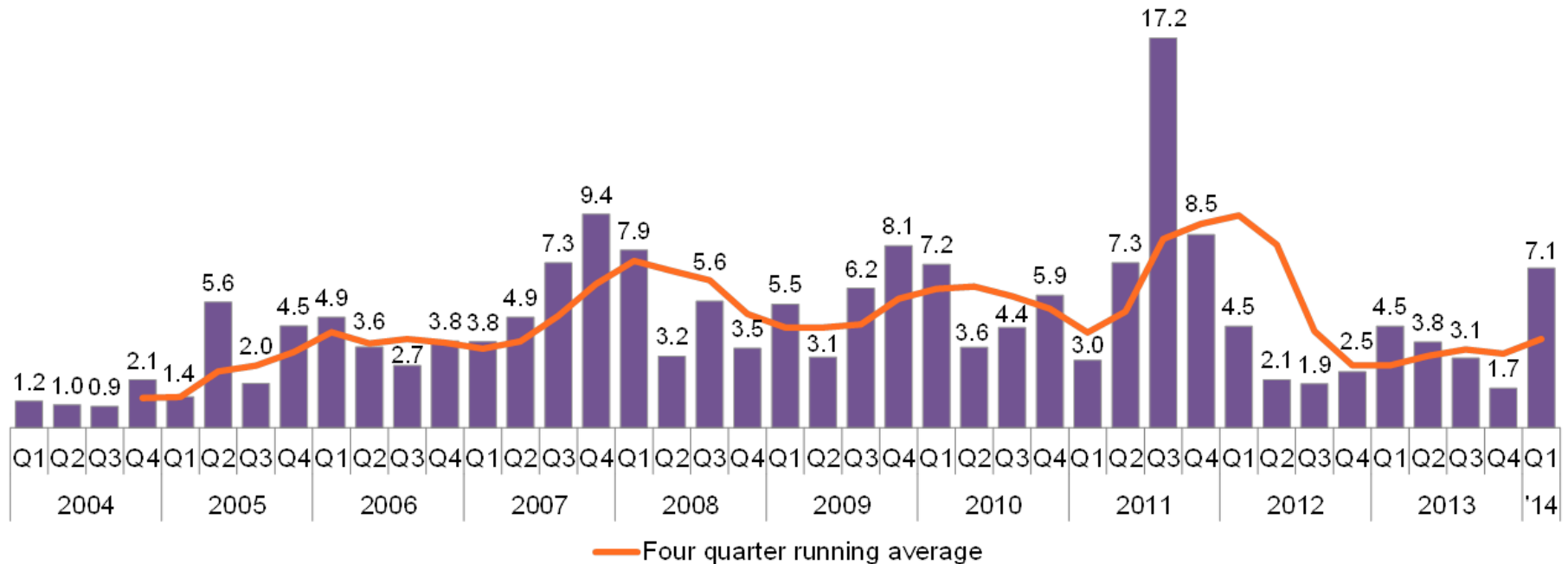


2. 세계 신재생에너지 투자 외복 추세 - 계속



- 청정에너지 분야 M&A 2014년 1사분기 급증, 추세가 지속될 것으로 기대

< 청정에너지 M&A 거래액 추세(\$Bil.) >

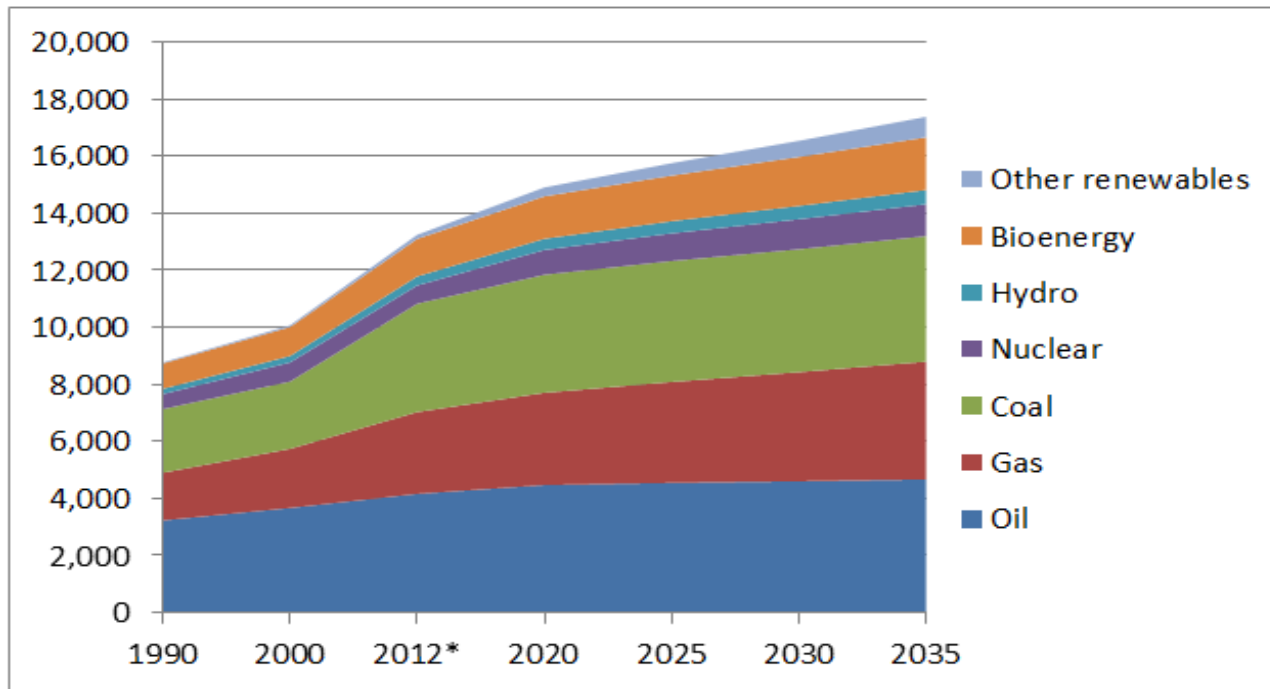


3. 세계 신재생에너지 전망



- 일차에너지 대비 신재생에너지 비중은 '12년 13.4%에서 '35년 17.6%로 증가
 - 동 기간 신재생에너지의 연평균 증가율은 2.4%로, 전통적 에너지 수요의 1.0%보다 급격히 증가

< 에너지원별 일차에너지 수요 전망(단위: 백만TOE) >



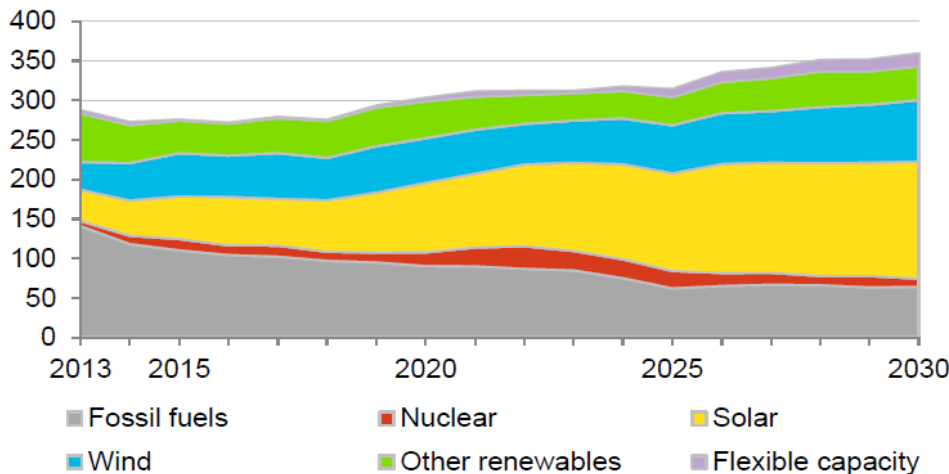
자료: IEA(2014), World Energy Investment Outlook 2014

3. 세계 신재생에너지 전망-계속

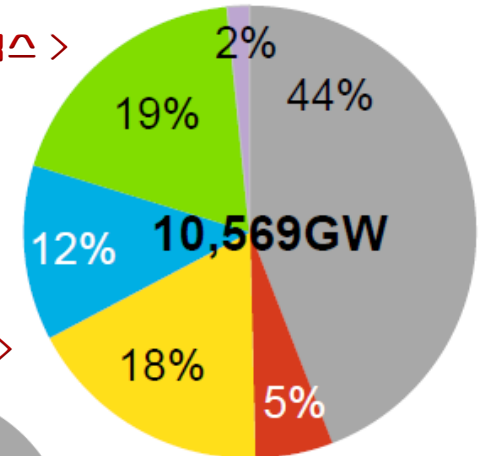


- '13~'30년 발전부문 세계 신재생에너지 신규설비용량은 총 3,567GW로, 전체 5,574GW의 60% 점유
 - 전체 발전설비용량 대비 신재생 비중은 '12년 29%에서 '30년 49%로 성장 전망
 - 특히, 태양광의 비중은 '12년 2%에서 '30년 18%로 급성장 전망

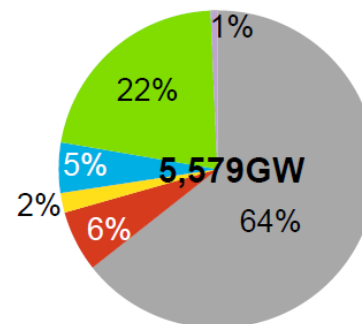
< 세계 전원믹스 및 전원별 신규용량 전망(GW) >



< '30년 전원 믹스 >



< '12년 전원 믹스 >

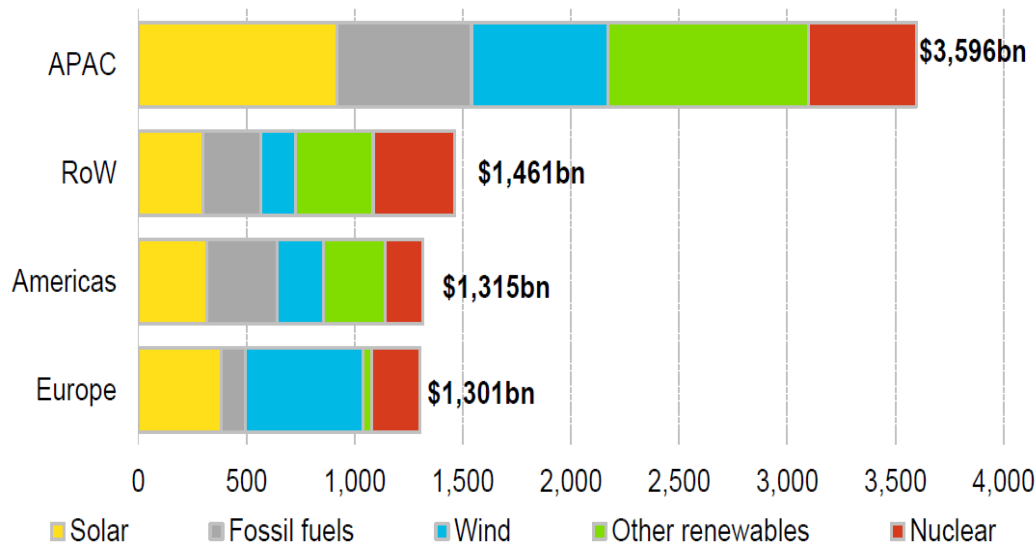


3. 세계 신재생에너지 전망-계속

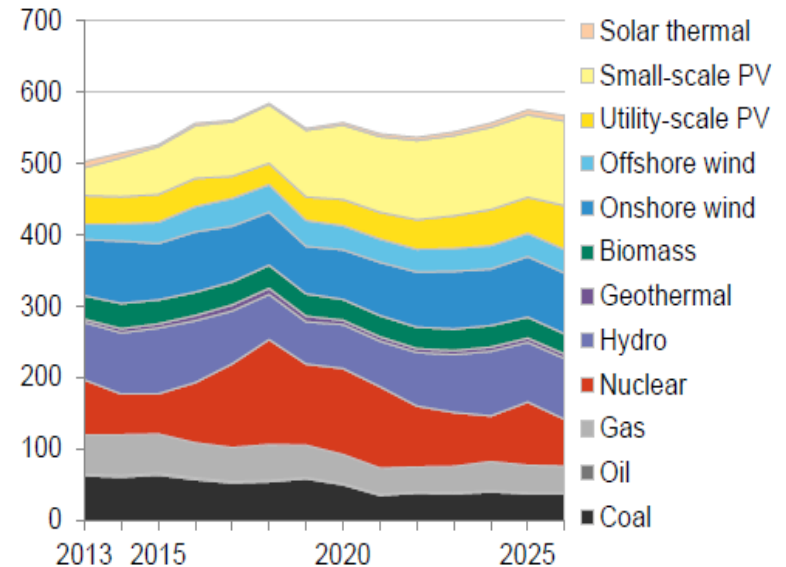


- '13~'26년 발전부문 세계 신재생에너지 투자액은 \$7,673bil.로 전체 투자액 \$7,673bil.의 약 66% 점유
 - 투자액이 가장 높은 아태지역의 신재생 투자액 비중은 약 70%에 달함
 - 전체 신재생 투자액 중 태양광의 비중이 약 36%로 가장 높음

< 지역 및 기술별 투자 전망(13~26) >



< 기술별 투자 전망(10억불) >





4

우리나라 신재생에너지 보급 및 기업 현황



1. 신재생에너지 정책



● 신재생에너지 정책의 변천 과정

1. 태동기 (70~80년대) : '제1, 2차 석유위기'로 신재생 부각

- (정책: 보급 위주) 대체에너지촉진법 제정, 제1차 기본계획 수립('87)
- (성과, 한계) 보급률 0.05% 달성의 성과가 있었으나, 선진국에 비해 투자 규모가 미흡
❖ GNP 대비 0.00007% 투자('85년 기준)

2. 준비기 (90년대) : '국제 환경문제 부각'과 '저유가로 신재생 담보'

- (정책: 보급+기술개발) 신재생 의무화 폐지 등
- (성과, 한계) 단결정 Si-태양전지 국산화 등 R&D 성과가 있었으나, 투자 감소, 시장 축소 등 한계
❖ 계획대비 70%수준의 예산투입, 의무화제도 폐지로 인한 업체 감소

3. 성숙기 (00년대) : '유가 재상승', '에너지수요관리'로 신재생 재부각

- (정책: 보급+기술개발+산업화) 신재생에너지법 전면 개정, 제2차 기본계획 수립
- (성과, 한계) 발전차액지원제도(FIT), 그린홈 사업 등으로 보급률이 급성장
❖ 동기간 신재생에너지 보급량의 연평균 성장률 : 14.6%

4. 도약기 (08~12년) : '저탄소 녹색성장' 비전 하, 신재생 폭발 성장

- (정책: 보급(시장강화)+기술개발+산업화(고도화)) 제3차 기본계획 수립('08)
- (성과, 한계) 시장규모, 수출액 등 산업 지표가 크게 향상, 신재생에 대한 사회적 수용성 문제

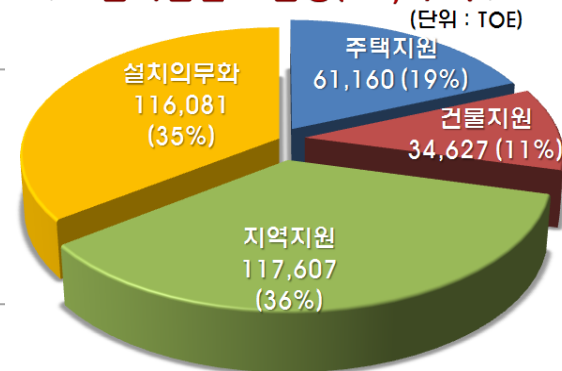
1. 신재생에너지 정책-계속



● 신재생에너지 보급 사업

- (주택지원) 그린홈 등 주택에 자가용 설비 지원, ' 12년 166,068호 지원
- (건물지원) 주택 외 민간건물에 자가용 설비 지원, ' 12년 1,937개소 지원
- (지역지원) 지자체 소유·관리시설에 자가용 설비 지원, ' 12년 2,205사업 지원
- (금융지원) 신·재생 설비의 생산·운전자금 장기저리 융자, ' 12년 54,437건 지원
- (설치의무화) 연면적 1천㎡ 이상 신·증·개축 공공건물에 신재생 의무화

< 보급사업별 보급량('12, 누적) >



< 신재생에너지 보급 사업 개요 >



에너지관리공단
신·재생에너지센터

신·재생에너지소개

사업안내

알림마당

자료실

센터소개

고객광장

신·재생에너지정책

홍보
통계
국제협력
정책

신·재생에너지육성

설비표준화
전문기업
인증제도
건축물인증
해외진출지원
테스트베드

신·재생에너지보급

주택지원
건물지원
지역지원
융·복합지원
금융지원
태양광대여사업
설치의무화
설치확인
설비AS

신·재생에너지공급의무화(RPS)

RPS제도설명및안내
RFA시범사업
태양광판매사업자선정
발전차액(RPS0 전사업으로종료된 사업)

연료혼합의무화(RFS)

열생산의무화(RHO)



에너지경제연구원
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE

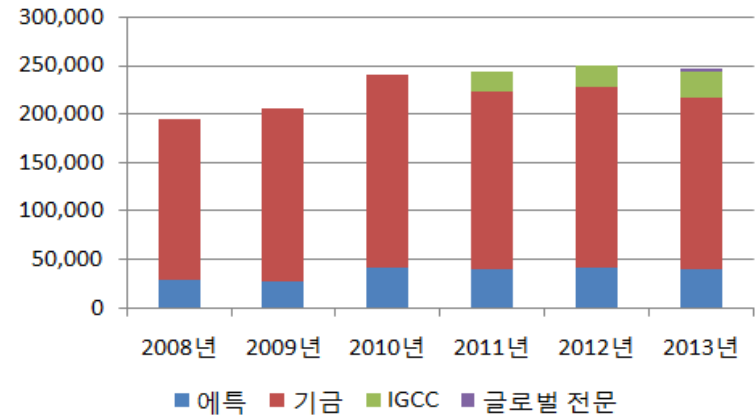
2. 신재생에너지 기술 현황



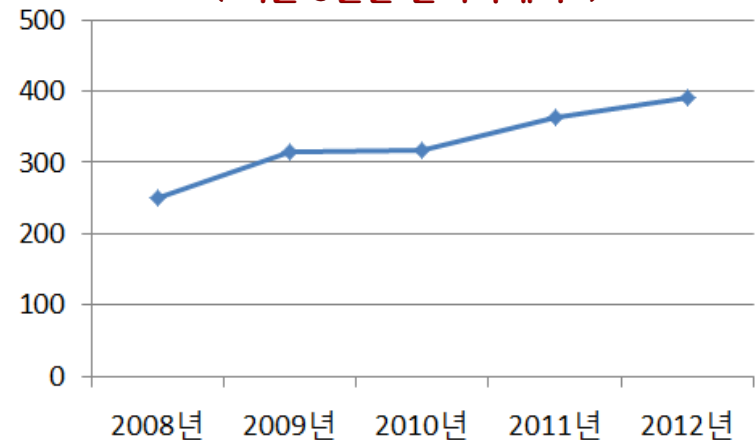
● R&D 정부 지원 현황

- 최근 5년('08~'12)간 R&D 투자는 연평균 4천억 원 수준
- 정부/민간 투자비율: 56대 44, '11년 이후 민간의 R&D 투자 부담률이 증가
- 원별 포트폴리오는 선택과 집중: 총 수행과제 중 태양광(31%), 풍력(16%), 연료전지(10%)

< 최근 6년간 정부출연금 추이 >



< 최근 5년간 관리과제 수 >



2. 신재생에너지 기술 현황-계속



< 국내외 신재생에너지원별 기술수준 분석 >

에너지원	기술분야	TRL		세계 최고기업
		국내	세계	
태양광	결정질실리콘태양전지	9	9	Sunpower(미), First Solar(미)
	실리콘박막 태양전지	9	9	FujiElectric(일), UnitedSolar(미)
	CIGS박막태양전지	7	9	Solar Frontier(일), SoloPower(미)
	염료감응 태양전지	7	7	G24I(영), Dyesol(호)
	유기 태양전지	7	7	Konaka(미), 코오롱(한)
풍력	육상풍력시스템	7	9	Vestas(덴), GE(미)
	차세대 해상풍력	6	9	Vestas(덴), Siemens(독)
연료전지	건물용PEMFC	8	9	Toshiba, Panasonic(일)
	발전용MCFC	8	9	Fuel Cell Energy(미)
	발전용 고효율 SOFC	6	9	Bloom Energy, JX, CFCL
태양열	제로에너지 태양열주택	7	8	FASA(독), DrakeLanding(카)
	태양열발전(접시형)	8	9	Infinia(미)
바이오	바이오액체연료생산	5	7	POET(미)
	바이오매스가스화	6	8	Gmbh(독), Sasol(남아공)
	바이오고형연료생산기술	8	9	Green Circle Bioenergy(미)
폐기물	RDF	9	9	GHI(일), Hitachi Zosen(일)
	열분해유화	8	9	Toshiba(일), Kubota(일)
	가스화	8	9	Thermoselect(스), Nipponsteel(일)
석탄이용	IGCC	7	9	Shell(미), GE(미), MHI(일)

3. 신재생에너지 보급 현황



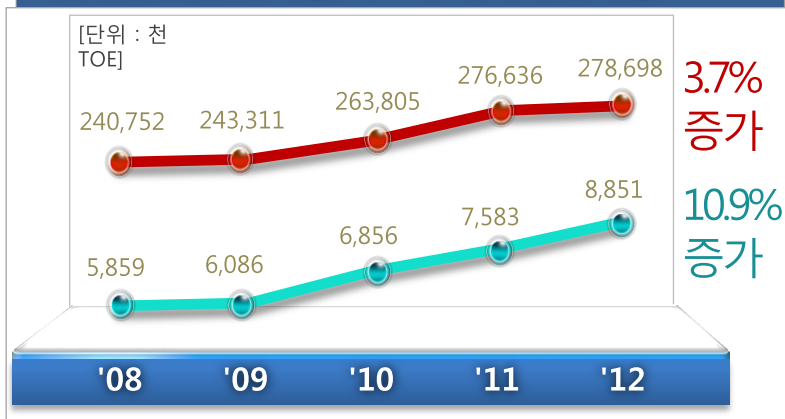
- (일차에너지) '12년 기준, 일차에너지 대비 3.18% 보급

- 최근 5년간('08~'12) 신재생 보급 증가율은 연평균 10.9%로, 동기간 1차 에너지 증가율 3.7%보다 3배 높은 증가세
 - 원별로는 폐기물·바이오가 80%, 태양광·풍력은 5% 수준

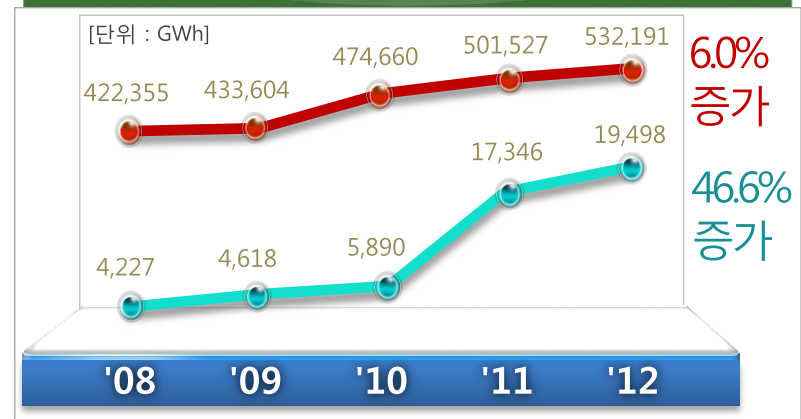
- (발전 부문) '12년 기준, 전체 발전량 대비 3.66% 보급

- 최근 5년간('08~'12) 신재생 전력 공급 증가율은 연평균 46.6%로, 동기간 전력 공급 증가율 6.0%보다 7.8배 높은 증가세
 - 원별로는 폐기물·수력이 80%, 태양광·풍력은 10% 수준

신재생 보급 증가율 VS 1차 에너지 증가율



신재생 전력공급 증가율 VS 전체 전력공급 증가율

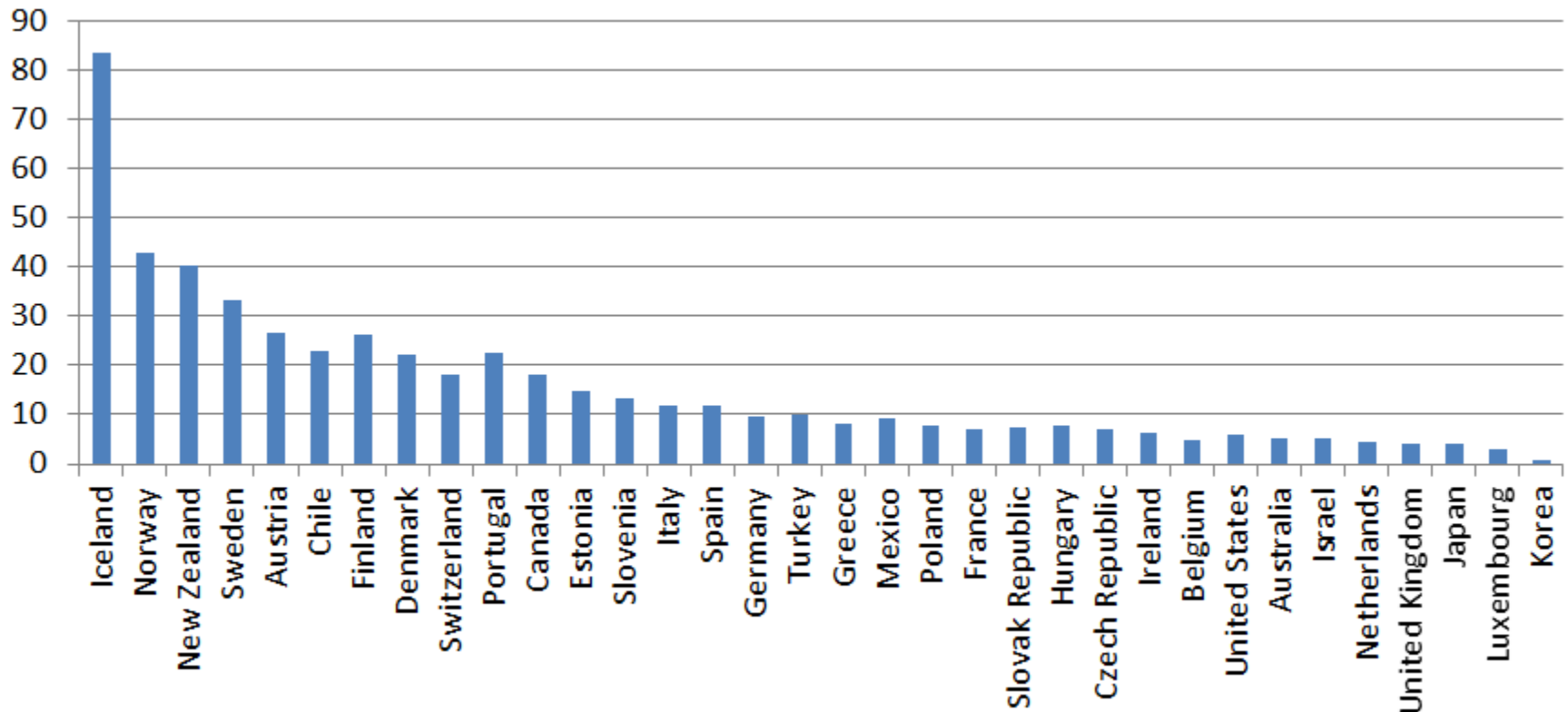


3. 신재생에너지 보급 현황-계속



- 2012년 OECD 34개국과 비교시, 일차에너지 대비 비중은 34위(0.7%)
 - 발전량 비중은 33위(1.3%)

< OECD 국가 일차에너지 대비 신재생에너지 비중 비교 >



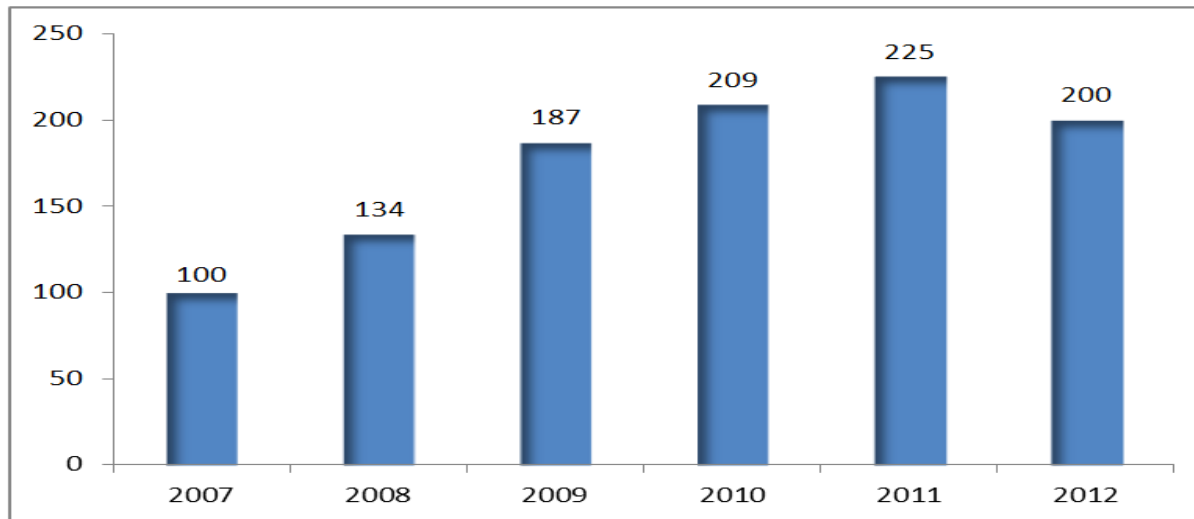
4. 신재생에너지 산업 현황



● 국내 신재생에너지 산업의 역할

- 제조업체수 : 49(2004년) ⇒ 225 (2011년) ⇒ 200(2012년)
- **(태양광)** 한화, 삼성, LG 등 대기업 참여 본격화, 밸류체인 수직계열화, 모듈-부품소재-장비는 중소기업 주도
- **(풍력)** 대규모 조선, 중공업 업체가 진출하면서 국내 시장 주도
- **(연료전지)** 포스코에너지, 퓨얼셀파워 등 주도, 중소기업 신규 참여
- **(바이오)** 수송용 및 발전용 중심, 전통적인 화학기업 및 플랜트 기업 참여

< 제조업체 수 >



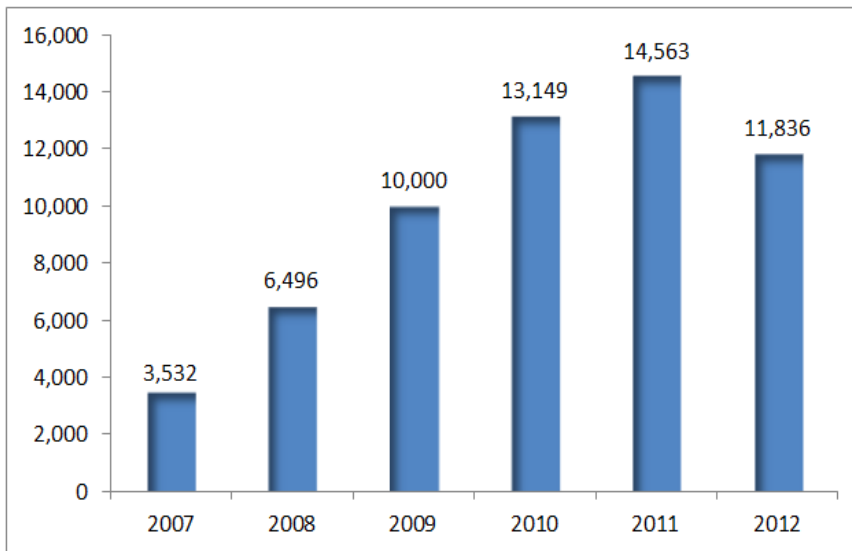
4. 신재생에너지 산업 현황-계속



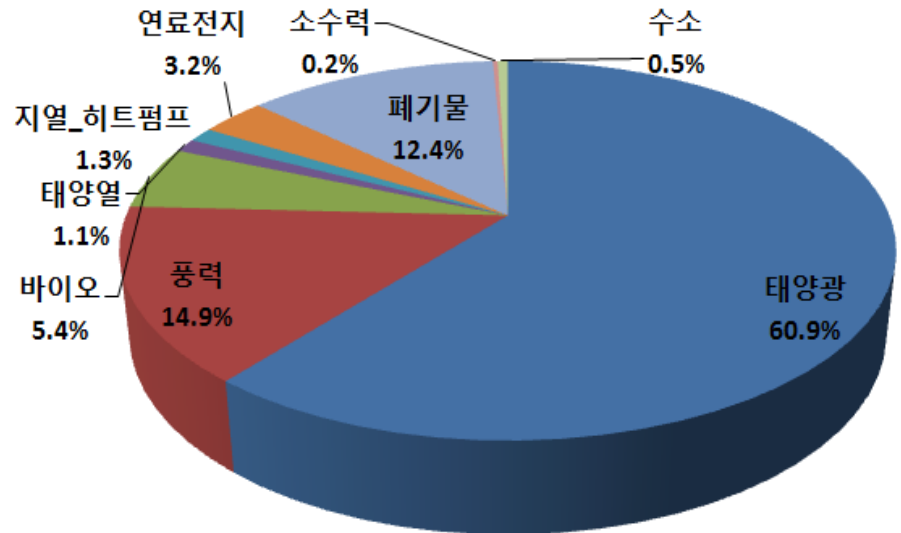
● 중소중견기업(SME)의 일자리 창출

- 일자리 수: 716(2004년) ⇒ 14,563(2011년) ⇒ 11,836(2012년)
- 태양광 분야의 일자리 수 비중이 60.9%로 가장 높음
- 국가 경제를 위한 에너지산업으로 부상 가능

< 일자리 수 >



< 신재생에너지원별 일자리 수 비중(12년) >



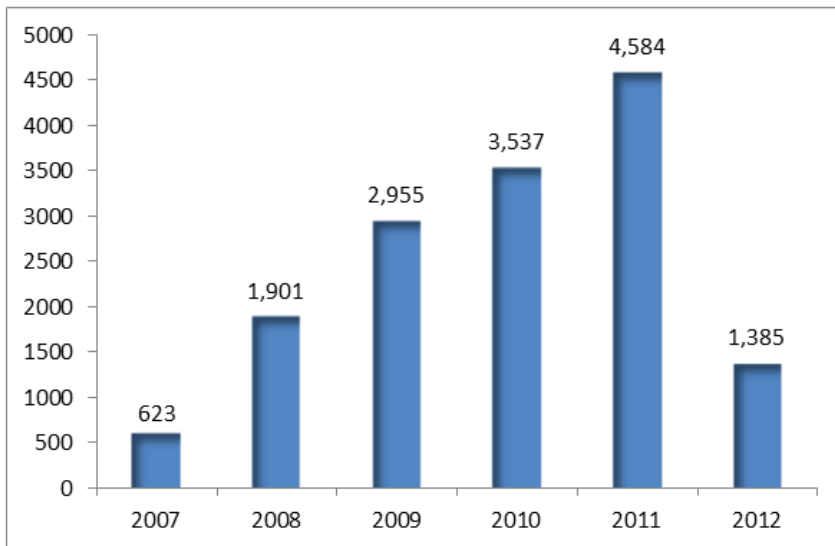
4. 신재생에너지 산업 현황-계속



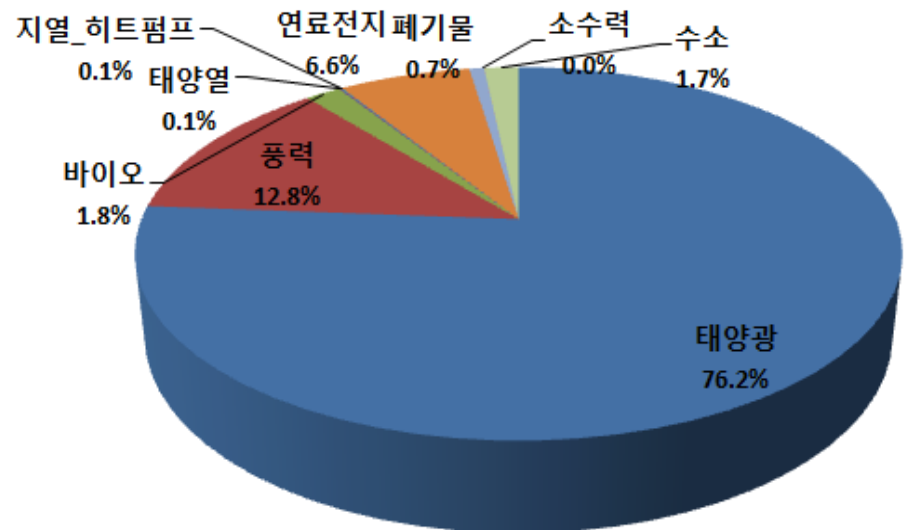
● 민간투자 유도

- 2011년까지 4조 5,840억 원으로 4년간 7.4배 증가하였으나, 2012년 1조 3,850억 원으로 급감
- 태양광 부분이 76.2%, 풍력 부분이 12.8%, 연료전지 부분이 6.6%로 높게 나타남

< 민간투자(단위: 십억원) >



< 신재생에너지원별 민간투자 비중(12년) >



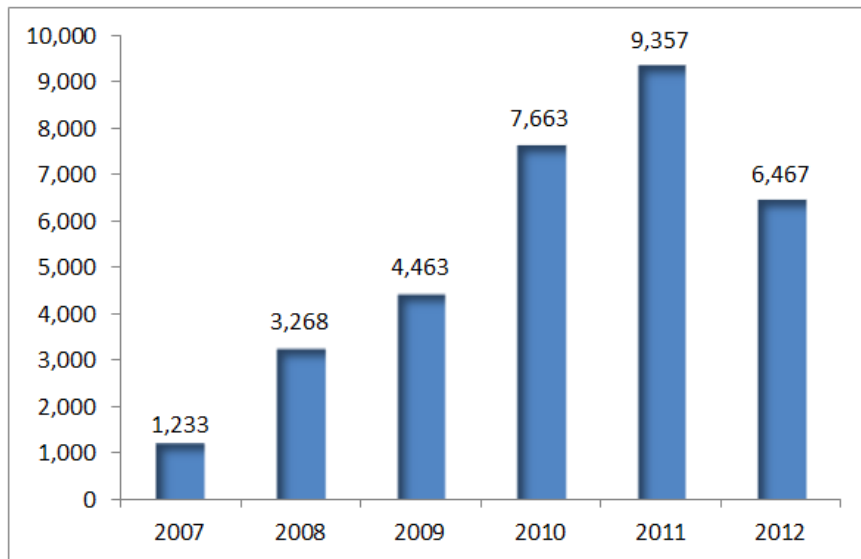
4. 신재생에너지 산업 현황-계속



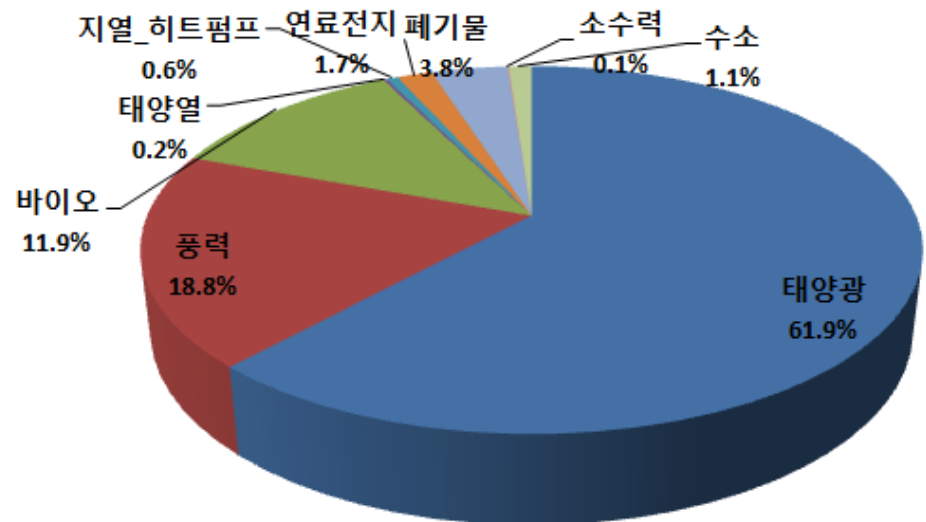
● 신재생에너지 산업 매출 성장

- 2011년까지 9조 3,570억 원으로 4년간 7.6배 증가하였으나, 2012년 6조 4,670억 원으로 급감
- 태양광 부분이 61.9%, 풍력 부분이 18.8%로 높게 나타났으며, 바이오와 폐기물은 투자액 대비 매출비중이 높음

< 매출액(단위: 십억원) >



< 신재생에너지원별 매출액 비중(12년) >



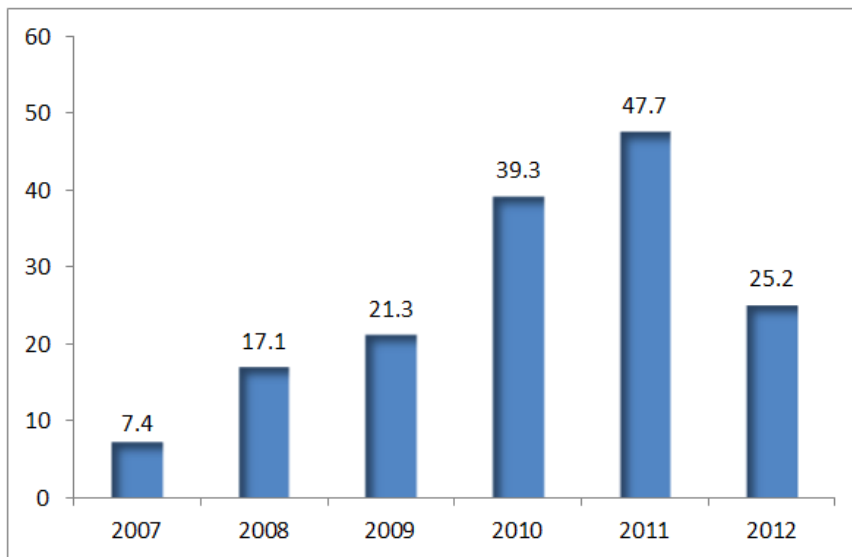
4. 신재생에너지 산업 현황-계속



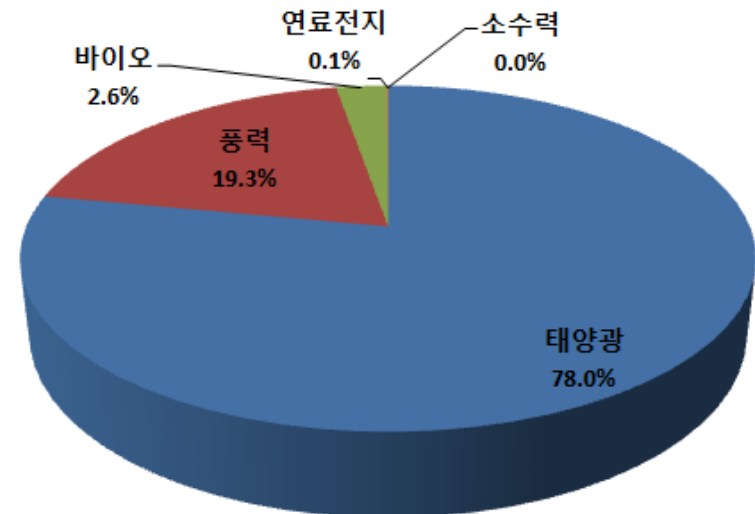
● 신재생에너지 산업 수출 성장

- 2011년까지 47.7억불로 4년간 6.4배 증가하였으나, 2012년 25.2억불로 급감
- 수출은 태양광 부분이 78.0%로 대부분을 차지, 풍력과 바이오에너지 부문에서 다소 수출

< 수출액(단위: 억불) >



< 신재생에너지원별 수출액 비중(12년) >





5

제4차 신재생에너지 기본계획



1. 신재생에너지 보급 목표



1차 에너지

'35년 **11.0%** 달성 목표

'14년~'35년 신재생에너지 연평균 증가율 6.3% ➤ 1차 에너지 수요 연평균 증가율 0.7%

전 력

'35년 **13.4%** 달성 목표

'14년~'35년 신재생에너지 연평균 증가율 5.8% ➤ 1차 에너지 수요 연평균 증가율 1.8%

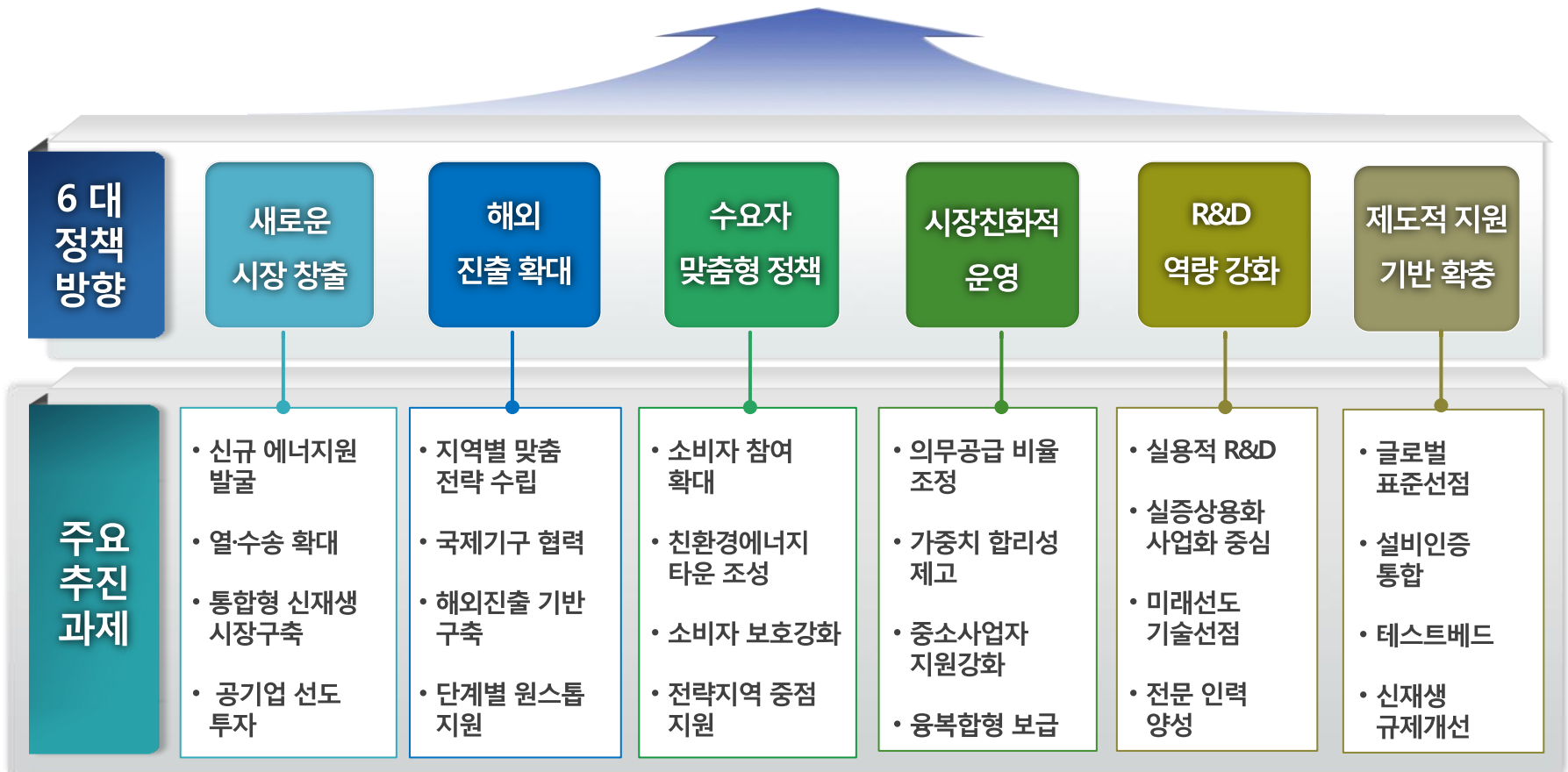
< 일차에너지 기준 원별 비중 목표(단위: %) >

구분	2012	2014	2020	2025	2030	2035
태양열	0.3	0.5	1.4	3.7	5.6	7.9
태양광	2.7	4.9	11.7	12.9	13.7	14.1
풍력	2.2	2.6	6.3	15.6	18.7	18.2
바이오	15.2	13.3	18.8	19.0	18.5	18.0
수력	9.3	9.7	6.6	4.1	3.3	2.9
지열	0.7	0.9	2.7	4.4	6.4	8.5
해양	1.1	1.1	2.5	1.6	1.4	1.3
폐기물	68.4	67.0	49.8	38.8	32.4	29.2

2. 보급목표 및 주요 정책방향



'35년 신재생에너지 보급률 11% 달성





경청해 주셔서 감사합니다.

Q&A...